

В. Г. Лисиенко, Ю. Н. Чесноков, А. В. Лаптева,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА И СТАЛИ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЭМИССИИ CO₂

Types of emissions of carbon dioxide are considered, their values for various processes of production of cast iron and steel are found, by results of calculations tandems of the processes doing the minimum harm to environment are revealed.

Широко распространенное за рубежом понятие углеродного следа в черной металлургии сведем к понятию интегральной сквозной эмиссией диоксида углерода M_C , которая является суммой эмиссий CO₂, последовательно возникающих во всех процессах технологической цепи, начиная с добычи сырья и кончая тем продуктом, для которого эта эмиссия определяется. Кроме того, будем различать интегральные эмиссии процесса (агрегата) M_{Π} и транзитную M_T , обусловленную долей от суммарной массы эмиссии диоксида углерода, образованного в предыдущих процессах, которая перешла на анализируемый процесс. Сквозная M_C удовлетворяет соотношению:

$$M_C = M_{\Pi} + M_T.$$

В реальных процессах диоксид углерода в продуктах сгорания присутствует вместе с оксидом углерода. Например, доменный газ состоит из % об. CO 25–27, CO₂ 16–23 в зависимости от содержания кислорода в дутье. Назовем этот газ CO₂ прямым. Часть CO доменного газа (вторичных энергетических ресурсов) используется непосредственно в доменном процессе – окисляется в воздухонагревателях до CO₂. Но большая часть сгорает в нагревательных печах, коксовых батареях, котлах местных электростанций. Образующийся газ CO₂ назовем косвенным. Суммарную (интегральную) массу образовавшегося CO₂ при работе доменной печи можно определить по количеству сгоревшего в доменной печи углерода с учетом того, что часть его переходит в чугун (рис. 1). Аналогичные расчеты можно провести для других агрегатов металлургического предприятия, исключая дублирование вычислений, например, сгорание доменного газа в нагревательных печах.

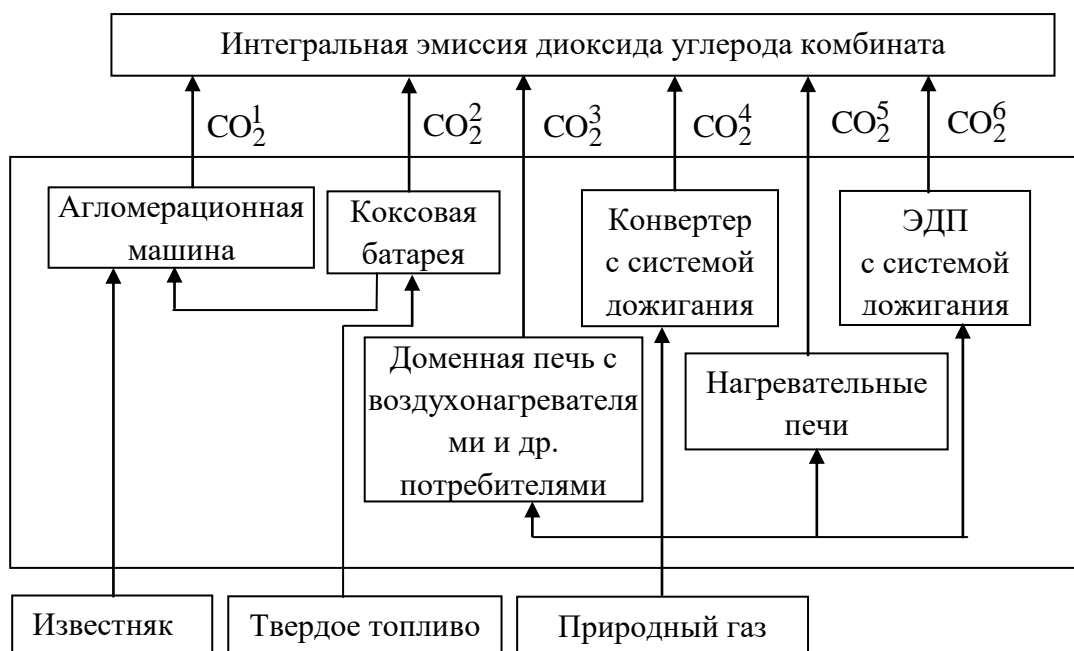


Рис. 1. Образование интегральной эмиссии диоксида углерода металлургического комбината с допущением использования всех ВЭР в самом процессе

Был проведен анализ процессов получения чугуна и стали по механизму образования CO_2 , в результате которого были выявлены шесть типов процессов (агрегатов) рис. 2.

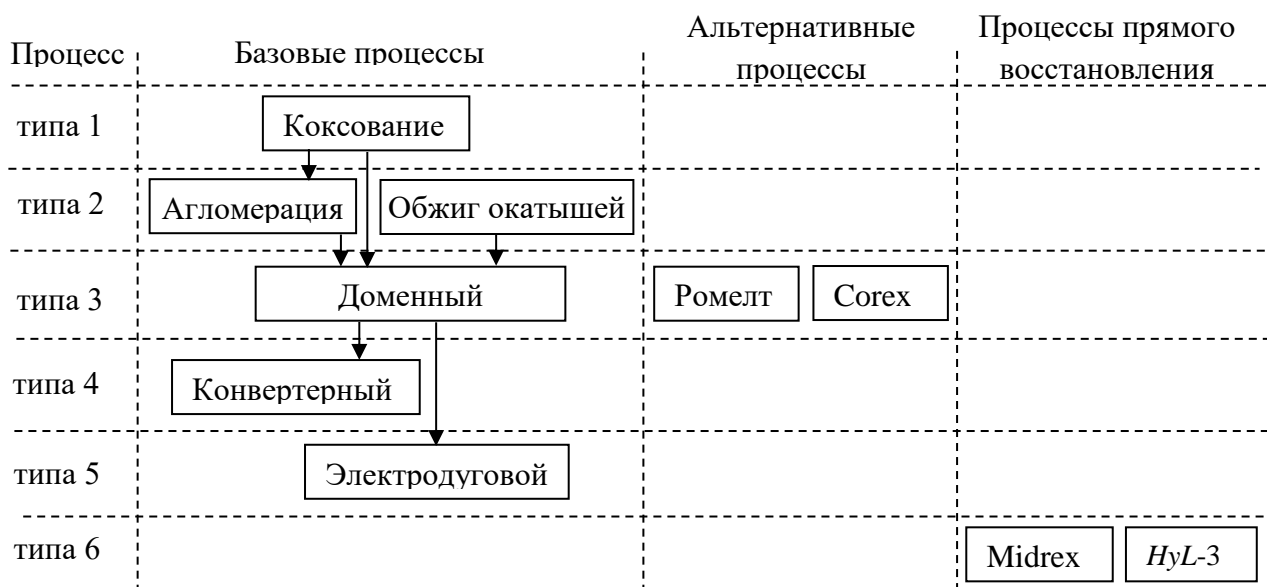


Рис. 2. Разбиение множества процессов производства чугуна и стали на типы

Для каждого процесса на основе механизма образования диоксида углерода были выведены формулы для вычисления эмиссии CO_2 и вычислены по ним интегральные эмиссии процессов (табл. 1).

Таблица 1

Значения удельных коэффициентов эмиссии CO₂

Процесс	Интегральная эмиссия диоксида углерода, кг/т продукта
Агломерационное производство	319
Производство железорудных окатышей	56,3
Коксохимическое производство	392
Доменное производство	1551
Конверторное производство	144
Электродуговое производство	88,9
Производство электроэнергии	1,084
Corex	2669
ROMELT	1894
Midrex	634
HyL-3	655
ЛП-В	1235

Сквозная эмиссия диоксида углерода при производстве того или иного продукта вычислялась на основе теории сигнальных графов.

Таблица 2

Значения эмиссий диоксида углерода, сквозных ТПЧ и ТТЧ в различных сочетаниях металлургических переделов производства стали

Процессы	Сквозная эмиссия на 1 т продукции	
	Массовая, кг	Объемная, м ³
ЭДП на ломе	988	500
HyL-3 + ЭДП	1171	592
Midrex + ЭДП	1226	620
ДП + ЭДП	1401	709
Corex + ЭДП	1832	926
Ромелт + ЭДП	1980	1001
ДП + КК	2182	1086

Результаты вычислений для тандемов по производству стали доменная печь (ДП) + кислородный конвертер (КК), ДП + электродуговая печь (ЭДП), *HуL-3* + ЭДП, *Midrex* + ЭДП, *Corex* + ЭДП, Ромелт + ЭДП приведены в табл. 2.

Заключение

1. По показателю эмиссии с точки зрения экологии предпочтительно при производстве стали производить в тандеме *HуL-3* + ЭДП, *Midrex* + ЭДП.

2. Для доменного передела целесообразно использовать для выплавки стали из чугуна ЭДП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чесноков, Ю. Н., Лисиенко, В. Г., Лаптева, А. В. Математические модели косвенных оценок эмиссии CO₂ в некоторых металлургических процессах // Сталь. – 2011. – № 8. – С. 74–77.

2. Чесноков, Ю. Н., Лисиенко, В. Г., Лаптева, А. В. Разработка графов эмиссии диоксида углерода металлургическими предприятиями // Металлург. – 2012. – № 12. – С. 23–26.

3. Лисиенко, В. Г., Чесноков, Ю. Н., Лаптева, А. В. Анализ энергоемкости и эмиссии CO₂ при различных сочетаниях коксовых и бескоксовых процессов при производстве стали // Металлург. – 2015. – № 5. – С. 18–24.

М. О. Подольский, научный руководитель Е. Р. Магарил,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТА И ПОДХОДЫ К ЕЕ РЕШЕНИЮ

The article discusses the problem of negative impact of transport on the environmental situation in the Russian Federation and possible approaches to its solution.

Технологическое развитие в 20–21 вв. оказало положительное влияние на развитие экономики и в то же время привело к негативным последствиям для окружающей среды. На современном этапе в России при выборе между экономическим ростом и экологическим благополучием больше внимания